

Requested Patent: JP6014465A

Title: INTERCONNECTED SYSTEM PROTECTIVE APPARATUS ;

Abstracted Patent: JP6014465 ;

Publication Date: 1994-01-21 ;

Inventor(s): OKATSUCHI CHIHIRO ;

Applicant(s): TOSHIBA F EE SYST ENG KK; others: 01 ;

Application Number: JP19920165997 19920624 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H02J3/38; H02H7/122; H02M7/48 ;

Equivalents: JP3139834B2 ;

ABSTRACT:

PURPOSE:To detect an islanding state of an inverter operating with interconnecting to an AC power system surely while converting a DC power into an AC power and supplying the AC power to a load.

CONSTITUTION:An inverter comprises current, control means 13 for controlling so as to output a sine-wave current at a high power factor, and detecting means 22 to 24 for detecting the fact that an AC side of the inverter is separated from an AC power system in a voltage waveform state in the proximity of a zero cross of an AC voltage of the output.

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電力を交流電力に変換して負荷に供給すると共に、交流電力系統と連系して運転するインバータの保護装置において、前記インバータには高力率で正弦波電流を出力するように制御する電流制御手段を備え、その出力の交流電圧のゼロクロス付近の電圧波形の状態から該インバータの交流側が前記交流電力系統から切り離されたことを検出する検出手段を設けたことを特徴とする系統連系保護装置。

【請求項2】 前記検出手段によって前記インバータの交流側が前記交流電力系統から切り離されたことを検出したとき、前記インバータの運転を停止させる手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の系統連系保護装置。

【請求項3】 前記検出手段によって前記インバータの交流側が前記交流電力系統から切り離されたことを検出したとき、前記インバータの出力電力を動揺させる手段を設け、インバータの出力電力と負荷に供給される電力とのバランスを崩すことにより電圧あるいは周波数を動揺させ、これにより異常を検出して前記インバータの運転を停止させることを特徴とする請求項2記載の系統連系保護装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直流電力を交流電力に変換して負荷に供給すると共に、交流電力系統に連系して運転するインバータの系統連系保護装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の従来装置の代表例を図7に示し、以下に説明する。

【0003】 太陽電池あるいは燃料電池等で成る直流電源1の直流電力はインバータブリッジ2により交流電力に変換され、リアクトル3とコンデンサ4で成るフィルタによりPWM制御による高周波分を除去して負荷9に供給される。

【0004】 一方、交流電力系統8からしゃ断器7と柱上変圧器6を介して供給される一般家庭用の交流電力が負荷9に供給されており、インバータブリッジ2の交流電力は交流電力系統8に連系して運転する。負荷9に供給される交流電圧は電圧検出器10によって検出され、バンドパスフィルタ16を介して電流基準回路12に正弦波の信号V_iが入力される。電流基準回路12は増幅器11から出力される制御信号V_cと上記正弦波の信号V_iを乗算して電流基準I*を出力する。この電流基準I*と電流検出器5で検出したインバータブリッジ2の出力電流Iが増幅器13に入力されPWM制御部14、駆動部15を介して電流偏差が零になるようにインバータブリッジ2をPWM制御する。電流基準I*の位相は負荷9に供給される交流電圧の位相にほぼ一致しており、インバータブリッジ2から高力率の交流電力が供給される。

2

【0005】 なお、直流電源1として太陽電池を用いるとき、最大電力を取り出すように電圧基準V*が与えられるが、本発明とは直接関係しないので詳細説明は省略する。

【0006】 このような配電系統において、柱上変圧器6を含む負荷側の保守点検を行う場合、しゃ断器7を開放して交流電力系統8から切り離して行われる。この場合、電圧リレー17と周波数リレー18により負荷側の状態を監視し、交流電力系統から切り離されたとき異常検出回路19によりこれを検出し駆動部15の動作を中止させインバータを停止させるようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、しゃ断器7を開放して交流電力系統8から切り離したとき、インバータブリッジ2から供給する電力と負荷9の電力がバランスしていると異常検出回路19で検出が行なわれず、インバータが運転を継続する場合がある。この状態をアイランディング(Islanding)と呼び保守点検を行うとき危険な状態となる。このアイランディングを防ぐ方法として次のような提案がなされている。

【0008】 周波数変動方式：電流基準回路12へ入力する系統参照電圧の位相にゆらぎ回路21により一定量の範囲内で位相シフトをかけ、しゃ断器7が開放されたときインバータ出力周波数の変動からアイランディングを検出する。しかし、この方式はインバータの電力（無効電力を含む）と負荷の電力が完全にバランスすると周波数も電圧も変化せず検出することができない場合がある。

【0009】 電力変動方式：ゆらぎ回路21により電流基準回路12から出力する電流基準I*を一定量の範囲内で低周波で変動させ、しゃ断器7が開放されたときインバータから出力する電力と負荷の電力のバランスを崩すことにより電圧と周波数を変化させアイランディングを検出する。しかし、この方式でも多数台のインバータが並列に接続されると各インバータの電力変動の位相がバラバラとなり全体として電力変動がない状態となって検出できない場合がある。

【0010】 高調波電圧監視方式：高調波検出回路20により負荷側電圧の高調波を監視し、しゃ断器7が開放されたとき高調波（第3、第5、第7高調波）が増加することによりアイランディングを検出する。しかし、この方式は、インバータエアコン、テレビなどのようなコンデンサインプット形の整流回路を持つ負荷が多数使用されると定常時に第3、第5、第7高調波が増加して検出の信頼性が著しく低下する。

【0011】 本発明は、これらの問題を解消しようとしてなされたもので、その目的とするところは、上述のような状態においても確実にアイランディングを検出することの可能な系統連系保護装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するた

め、本発明は、直流電力を交流電力に変換して負荷に供給すると共に、交流電力系統と連系して運転するインバータの保護装置において、前記インバータには高力率で正弦波電流を出力するように制御する電流制御手段を備え、その出力の交流電圧のゼロクロス付近の電圧波形の状態から該インバータの交流側が前記交流電力系統から切り離されたことを検出する検出手段を設ける。

【0013】

【作用】インバータの交流側が交流電力系統から切り離されたとき、交流電圧のゼロクロス付近の電圧波形が正弦波形から乖離する。例えば、負荷側に接続された変圧器の励磁電流はインバータから出力される交流電力によって供給される。この場合、インバータは高力率で正弦波電流を出力するように電流制御されるので電圧がゼロクロスする付近において充分な励磁電流が供給されずゼロクロス付近の電圧波形の状態が変化する。上記検出手段はこのゼロクロス付近における電圧波形の状態変化からアイランディング状態を判定検出し、この検出出力によりインバータの運転を停止させる。

【0014】

【実施例】本発明の系統連系保護装置の実施例を図1に示す。図1において、図7と重複する部分には同一符号を付し説明を説明する。

【0015】微分回路22は電圧検出器10で検出した負荷側の交流電圧の電圧変化率を検出する。ゼロクロス検出部23はフィルタ16の出力から負荷側の交流電圧のゼロクロス時点を検出する。比較判定部24はゼロクロス時点前後の所定時間における負荷側の交流電圧及び該交流電圧の変化率からアイランディング状態を判定検出する。関数器25は比較判定部24からの指令によりインバータの出力電力を変化させるための時間関数信号 V_i を出力する。乗算器26は増幅器11の出力信号 V_i と関数器25の出力信号 V_i を乗算して出力し、電流基準回路12は乗算器26の出力とフィルタ16から出力される正弦波の信号 V_i を乗算して電流基準 I^* を出力する。上記構成において、負荷9のインバータ出力電流がバランスしている時、シャ断器7を開放した場合を考える。

【0016】インバータ出力電流は交流電圧と同相の正弦波電流を流す高力率（力率 100%）の電流制御が行なわれているので負荷の力率が 100%でインバータ出力電流とバランスしているとシャ断器7を開放しても交流電圧の電圧も周波数もほとんど変化しない。

【0017】変圧器6（一般にポルトランスと呼ばれている柱上トランス）の鉄心特性は図2（a）に示すように励磁電流に対し磁束 ϕ は非直線の関係にあり、特にポルトランスの場合は磁束密度をかなり高く使用しており、図2（b）に示すように正弦波の磁束を発生するためには励磁電流は正弦波と異なったピーク値の高い電流となる。

【0018】従って、正弦波の電圧を加えたとき、ポー

ルトランスの電圧と励磁電流の関係は図2（c）に示す関係となる。即ち電圧のゼロクロス付近で大きな励磁電流が流れることになる。シャ断器7が開放している場合、変圧器6の励磁電流はインバータから供給する力率 100%の正弦波の電流が分流すると考えられる。

【0019】しかし、負荷の電力がインバータの出力電力とバランスしているとき、図3（a）に示すように力率 100%の正弦波の電流が供給されるのでゼロクロス付近において図2（c）のような充分な励磁電流を流すことができなくなり電圧波形に歪が生じる。すなわち、ゼロクロス付近において正弦波電圧に比較して電圧が低下する。比較判定部24はこのゼロクロス付近の電圧波形の歪からアイランディングの状態を判定している。

【0020】図4はゼロクロス付近における電圧及び電圧変化率を示したもので破線はシャ断器7が閉路した正弦波の場合、実線はシャ断器7が開放したアイランディング状態の場合である。シャ断器7が閉路したときは交流電力系統8から正弦波の電圧 V_{Ac1} が供給され変圧器6には図2（c）に示す励磁電流が流れる。

【0021】シャ断器7が開放してアイランディング状態となったとき、前述したようにインバータから供給される励磁電流がゼロクロス付近において不足し電圧 V_{Ac2} のように正弦波電圧 V_{Ac1} より低くなる。特に電圧の微分値すなわち、電圧変化率を正弦波の場合と比較すると大きく相違した値を示しアイランディングの判定は容易となる。すなわち、ゼロクロス時点の電圧変化率（ $dV_{Ac2}/dt=V_2$ ）を監視して正弦波の場合のゼロクロス時点の電圧変化率（ $dV_{Ac1}/dt=V_1$ ）との差分あるいは比率が所定値を越えたときアイランディング状態と判定することができる。

【0022】比較判定部24はアイランディング状態を検出すると関数器25に起動指令を出し、関数器25は指令を受けると通常は一定値としていた信号 V_i を時間的に変化する信号（例えば時間の経過と共に減少、またはゆるやかに振動する信号）として出力する。この信号 V_i は乗算器26に輸入され電流基準回路12の電流基準 I^* を変化させインバータの出力電流を変化させる。これにより負荷の電力とインバータの出力電力とのバランス状態が崩れ電圧あるいは周波数が変化し、電圧リレー17あるいは周波数リレー18がこの変化を検出し、異常検出回路19が動作してインバータの運転を停止させる。

【0023】本実施例によれば、図3（b）に示すようなコンデンサインプット形の負荷の場合においても確実にアイランディングを検出することが可能となる。このようなコンデンサインプット形負荷の場合、交流電圧の最大値付近にピーク値を持つ電流 I_{Ac} が流れ、インバータ電源41にはインピーダンスが存在するので図3（a） V_{Ac} に示す波形歪が生じ、多くの高調波を含んだ電圧波形となる。しかし、ゼロクロス付近では影響がないので本実施例によりアイランディングを検出することができ

る。

【0024】また、本実施例によれば、比較判定部24が短時間誤ってアイランディングを検出してもインバータを直ちに停止させることがないので、アイランディングの検出感度を高く設定することができる。

【0025】なお、比較判定部24におけるアイランディングの判定は、ゼロクロス点前後の所定の電気角の範囲内（例えば $\pm 30^\circ$ の範囲）において正弦波電圧との差電圧の絶対値の積分値を求め、この積分値が所定値を越えたときアイランディング状態と判定することもできる。

また、ゼロクロス付近の電圧変化率が単調でないことからアイランディング状態を判定することも可能である。

【0026】図5は比較判定部24の具体的な実施例を示したもので、交流電圧 V_{ac} またはその微分値 dV_{ac}/dt からバンドパスフィルタ51~53により第3、5、7等の高調波電圧を検出しゼロクロス付近でリレー54を動作させ判定部55でこれらの高調波電圧からのアイランディング状態を判定するようにしたものである。

【0027】また、図1の実施例ではアイランディング状態が検出されたとき、関数器25の出力信号によりインバータの出力電力を変動させる例で示したが、電流基準回路12に入力される正弦波信号の位相を変動させ周波数のゆらぎを発生させ、これによりインバータを停止させるようにすることもできる。

【0028】本発明は、高力率で正弦波電流を出力する電流制御系を備えており、図6に示すように交流電圧 V_{ac} と同相の交流電流 I_{ac} を出力するように制御している。この交流電流のゼロクロス付近の電流を図6の I_{ac}' に示すように積極的にゼロになるように電流制御を行うようにすることができる。これによりアイランディング状態となったときゼロクロス付近の電圧波形を積極的に歪ませてアイランディング状態を確実に検出することができる。アイランディング状態の検出が確実にあれば比較判定部24の出力で直接インバータの運転を停止させるように構成してもよい。

【0029】以上の説明では、インバータの交流出力側に変圧器6が接続されその励磁電流の影響によってゼロクロス付近の電圧波形に歪が生じる例を示したが、変圧器6の2次側にしゃ断器が存在し、このしゃ断器の開放によってアイランディング状態となったとき、負荷9が非直線抵抗負荷（コンデンサインプット形の整流回路負荷やモータの鉄心励磁巻線負荷等）を多く含めば、イン

バータから供給される正弦波電流と負荷に消費される電流がゼロクロス付近でアンバランスし、電圧波形に歪が生じ、前述と同様にしてアイランディング状態を判定することが可能である。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、アイランディング状態となったとき、交流電圧のゼロクロス付近の波形が正弦波から乖離することに着目してアイランディング状態の検出を行うので、交流電圧の最大値付近の波形歪には影響されず、極めて信頼性の高いアイランディング状態の検出を行うことが可能となる。また、多数台のインバータが並列運転している状態でも確実にアイランディング状態を検出してインバータを停止させることができ、安全性の高い系統連系保護装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の系統連系保護装置の一実施例を示す構成図。

【図2】変圧器6の作用を説明するための特性図で、(a)は鉄心の励磁特性、(b)は励磁電流と磁束の波形図、(c)は電圧と励磁電流の波形図。

【図3】本発明の作用を説明するための図で、(a)はアイランディング状態における電圧と電流の波形図、(b)はコンデンサインプット形整流回路負荷の代表例。

【図4】ゼロクロス付近における交流電圧及びその微分値の波形図。

【図5】図1の比較判定部24の具体例を示す図。

【図6】本発明に用いる電流制御によりインバータから供給される電流波形図。

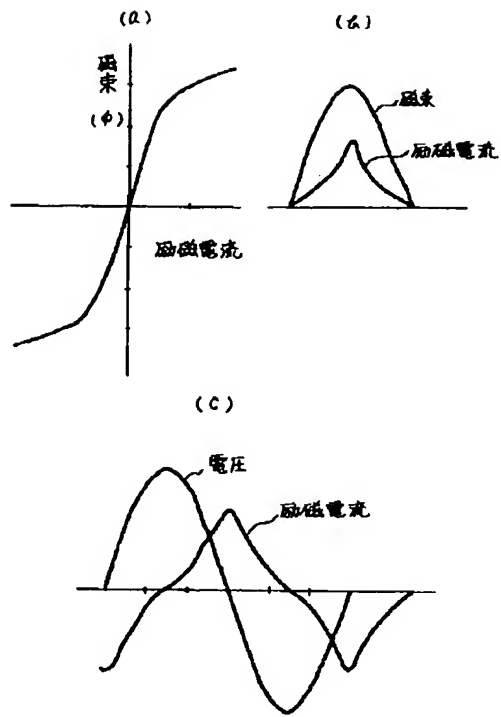
【図7】従来の系統連系保護装置の構成図。

【符号の説明】

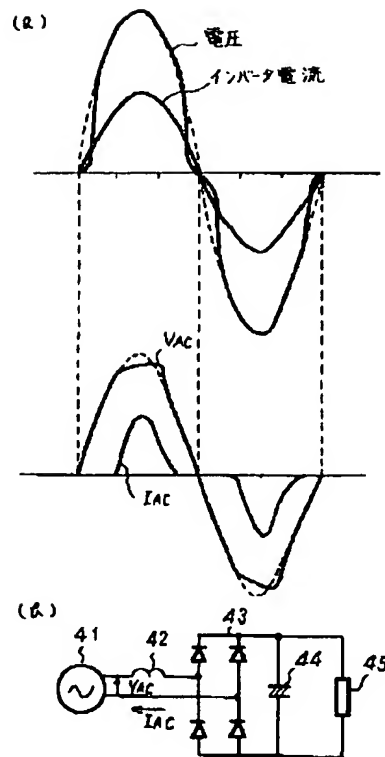
1…直流電源、2…インバータブリッジ、3…リアクトル、4…コンデンサ、5…電流検出器、6…変圧器、7…しゃ断器、8…交流電力系統、9…負荷、10…電圧検出器、11、13…増幅器、12…電流基準回路、14…PWM制御回路、15…駆動部、16…バンドパスフィルタ、17…電圧リレー、18…周波数リレー、19…異常検出回路、20…高調波検出回路、21…ゆらぎ回路、22…微分回路、23…ゼロクロス検出回路、24…比較判定器、25…関数器、26…乗算器、51、52、53…バンドパスフィルタ、54…リレー、55…判定部。

The figure shows three vertically stacked waveforms. The top waveform is labeled 'VAC' and is a sine wave. The middle waveform is labeled 'IAC' and is a sine wave in phase with VAC. The bottom waveform is labeled 'IAC'' and is a sine wave that is 180 degrees out of phase with VAC. Vertical dashed lines connect the zero-crossing points of all three waveforms.

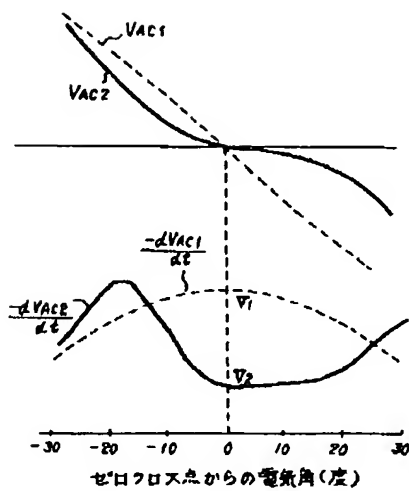
【図2】



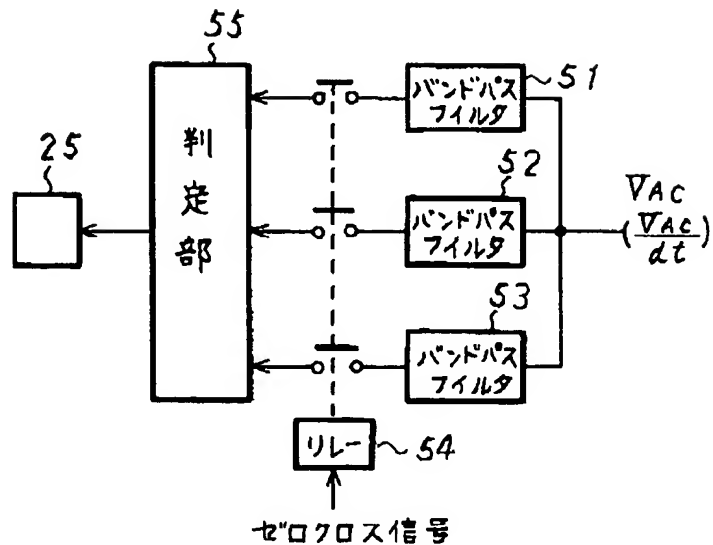
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

